

# Βιώσιμη διαχείριση των αστικών ρεμάτων και των ομβρίων υδάτων

Α. Ζαφειράκου  
Επικ. Καθηγ. ΑΠΘ  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών  
<http://web.civil.auth.gr/>

“Αστικά ποτάμια: Επαναπροσδιορίζοντας τη σχέση της φύσης με την πόλη”  
ΔΕΥΑΛ, Λάρισα, 8-9 Δεκεμβρίου 2017



**Λάρισα**  
**8-9**  
**Δεκεμβρίου**  
**2017**

Αίθουσα εκδηλώσεων ΔΕΥΑΛ,  
Κτίριο ΔΕΥΑΛ, Τέρμα Τυχερού

# Αστικά ποτάμια: Επαναπροσδιορίζοντας τη σχέση της φύσης με την πόλη



## ΣΥΜΦΩΝΟ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ

### ΜΕΤΑΞΥ του ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΟΛΕΩΝ με ΠΟΤΑΜΙΑ και του ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Στη Θεσσαλονίκη σήμερα, την 14<sup>η</sup> Νοεμβρίου 2017, ημέρα Τρίτη, οι παρακάτω συμβαλλόμενοι :

1. Το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΠΟΛΕΩΝ με ΠΟΤΑΜΙΑ με έδρα τα Τρίκαλα, Ασκληπιού 18, Τ.Κ. 42131, που εκπροσωπείται από τον Πρόεδρο αυτού κ. Δημήτρη Παπαστεργίου, Δήμαρχο Δήμου Τρικκαίων και εφεξής καλείται «ΔΙΚΤΥΟ»
2. Το ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, με έδρα τη Θεσσαλονίκη, ΤΚ 54124, που εκπροσωπείται από τον Πρόεδρο του Τμήματος, κ. Παναγιώτη Πρίνο, Καθηγητή, που εφεξής καλείται «ΤΠΜ»

Στο πλαίσιο ανάπτυξης της μεταξύ τους συνεργασίας συμφωνούν, συνομολογούν και συναποδέχονται τα ακόλουθα:



# Δομή της παρουσίασης

- ▶ Σχέδια Διαχείρισης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας (ΥΠΕΚΑ/ *εγυ*)
- ▶ Υδάτινοι Πόροι και Περιβάλλον Θεσσαλίας (Υ.ΠΕ.ΘΕ)
- ▶ Πηνειός
- ▶ Διαχείριση των ποταμών

Ποτάμια

- ▶ Αντιμετώπιση της πλημμύρας
- ▶ Δίκτυα αποχέτευσης
- ▶ Αειφόρος διαχείριση ομβρίων υδάτων
- ▶ Ανακύκλωση του νερού

Όμβρια νερά





**Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών  
του Υδατικού Διαμερίσματος**

**Θεσσαλίας (GR08)**

**Κοινοπραξία:**

Γ. ΚΑΡΑΒΟΚΥΡΗΣ & ΣΥΝ/ΤΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧ/ΚΟΙ Ανώνυμη Εταιρία -  
ΒΑΣΙΛΗΣ ΠΕΡΛΕΡΟΣ – ENVECO Ανώνυμη Εταιρεία Προστασίας και  
Διαχείρισης Περιβάλλοντος - ΑΝΤΖΟΥΛΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ – ΕΠΕΜ  
Εταιρία Περιβαλλοντικών Μελετών Α.Ε. - ΟΜΙΚΡΟΝ Οικονομικές &  
Αναπτυξιακές Μελέτες Ε.Π.Ε. - ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ - ΤΣΕΚΟΥΡΑΣ  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ - ΚΟΤΖΑΓΕΩΡΓΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ - ΓΚΑΡΓΚΟΥΛΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ.

Με διακριτικό τίτλο: **Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου  
και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας.**

Θεωρήθηκε

Αθήνα 30.06/2014

Για την Ε.Γ.Υ. / Υ.Π.Ε.Κ.Α



# Σχέδια Διαχείρισης – 1

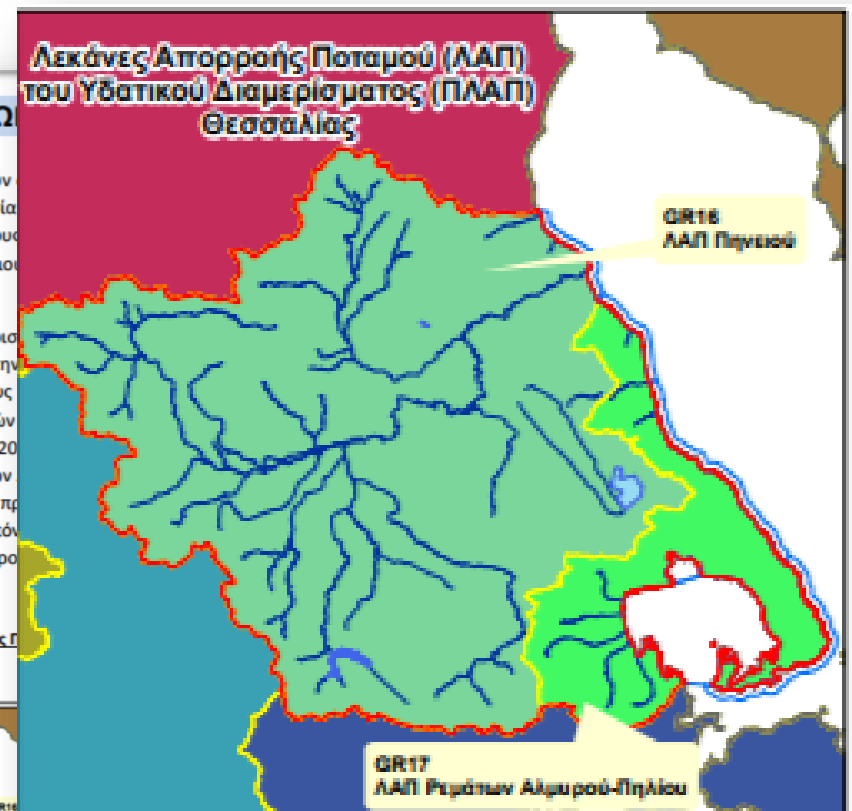
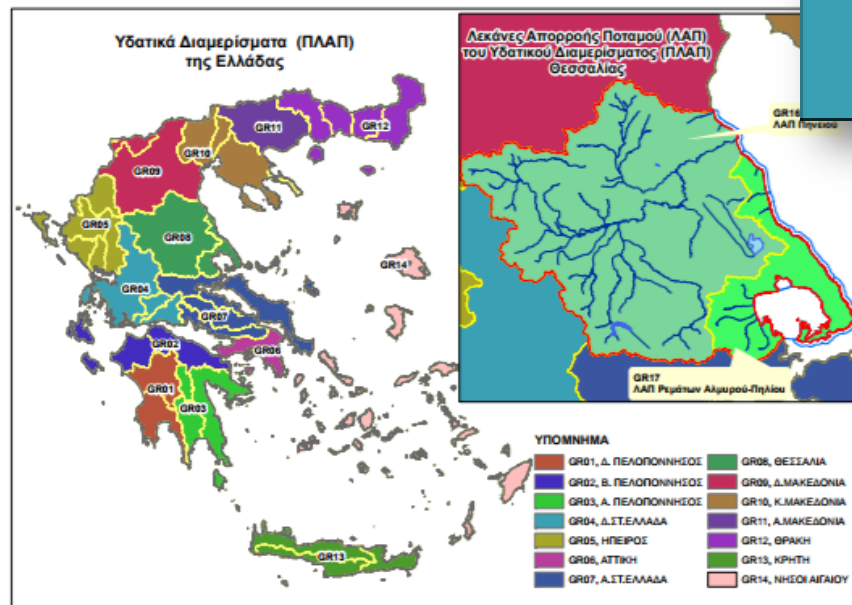
- ▶ **Θεσμικό πλαίσιο – Εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ**
- ▶ Διαδικασία Διαβούλευσης
- ▶ **Σύντομη περιγραφή Υδατικού Διαμερίσματος (GR08)**
- ▶ Καθορισμός Υδάτινων Σωμάτων (ΥΣ)
  - Λεκάνη απορροής Πηνειού (GR16)
- ▶ **Πιέσεις στο Υδάτινο Περιβάλλον**
  - Επιφανειακά/Υπόγεια ΥΣ
    - Σημειακές/Διάχυτες πηγές ρύπανσης
    - Απολήψεις ύδατος

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Με δεδομένη την πολυπλοκότητα αλλά και την ιδιαίτερη σημασία των ζητημάτων που αφορούν ως φυσικό πόρο, η εφαρμογή της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ αποτελεί μία απαιτητική διαδικασία σταδίων που περιλαμβάνει την οργανωμένη υλοποίηση δράσεων από πολλούς εμπλεκόμενους καθώς και τον ικανό συντονισμό και καθοδήγησή τους στη βάση ενός μακροχρόνιου σχεδιασμού επίτευξη της καλής κατάστασης των επιφανειακών και υπογείων υδάτων.

Ο σχεδιασμός αυτός προσδιορίζεται χωρικά από την Οδηγία με βάση υδρολογικά χαρακτηριστικά επιφανειακών νερών που οριοθετούν την Περιοχή Λεκανών Απορροής Ποταμού (ΠΛΑΠ). Στην Ελλάδα έχουν καθοριστεί 14 Υδατικά Διαμερίσματα καθένα από τα οποία αποτελεί μία ΠΛΑΠ για τους σκοπούς της Οδηγίας. Κάθε Υδατικό Διαμέρισμα αποτελείται από επιμέρους Λεκάνες Απορροής Ποταμών οι οποίες στο σύνολο της χώρας ανέρχονται σε 46. Ειδικότερα, με την απόφαση 706/16-7-2013/383Β/2-9-2010 & ΦΕΚ 1572Β/28-9-2010), της Εθνικής Επιτροπής Υδάτων «περί καθορισμού των Λεκανών Απορροής Ποταμών της χώρας και ορισμού των αρμόδιων Περιφερειών για τη διαχείριση και προστασία τους» επικυρώθηκαν σαράντα-πέντε (45) Λεκάνες Απορροής Ποταμών, οι οποίες κατά την εκπόνηση των Σχεδίων Διαχείρισης αυξήθηκαν σε σαράντα-έξη (46), με τη διάπαση της ΛΑΠ Αχέροντα και Λούρου σε ξεχωριστές λεκάνες στο Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου.

Σχήμα 3.1-1: Υδρολογική διαίρεση της χώρας σε υδατικά διαμερίσματα (ΠΛΑΠ) και Λεκάνες Απορροής Ποταμών (ΛΑΠ) με εστίαση στις ΛΑΠ του υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας



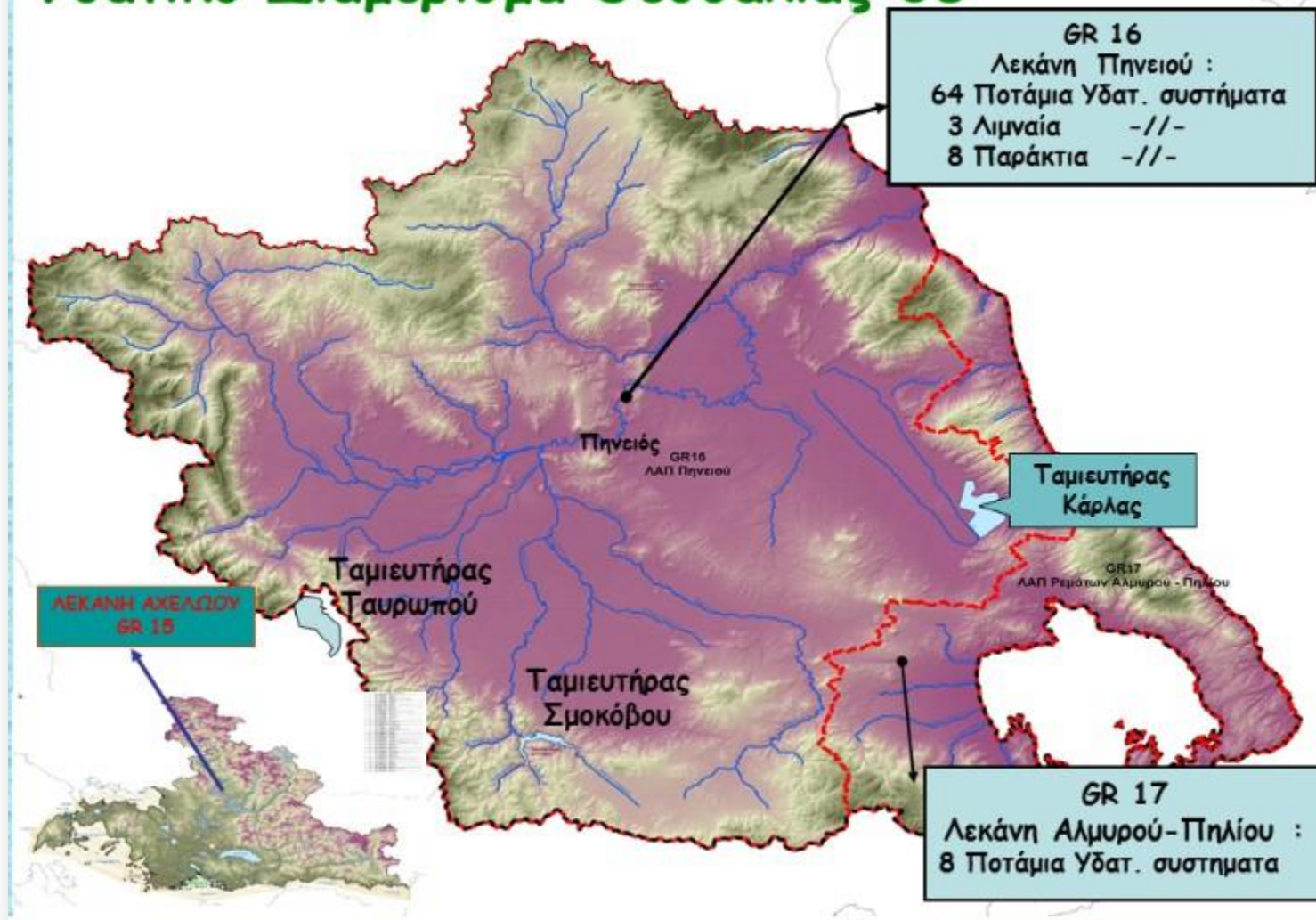


# Σχέδια Διαχείρισης – 2

- ▶ Κατάσταση ΥΣ
  - Σύστημα παρακολούθησης
- ▶ Οικονομική ανάλυση χρήσεων ύδατος
- ▶ Περιβαλλοντικοί στόχοι
- ▶ Προγραμματισμός μέτρων
- ▶ Επόμενα βήματα – Εφαρμογή Σχεδίων Διαχείρισης



## Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας 08

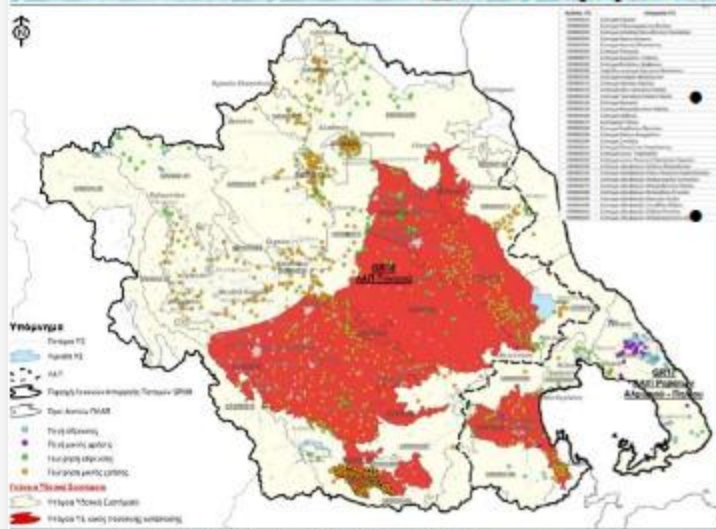


<https://www.ypethe.gr/archive/shedia-diaheirisis-ydaton-thessalias-yd-gr-08>





## Η κατάσταση στη Θεσσαλία: Ελλειμματικό Ισοζύγιο



Πηγή: ΣΔ ΥΔ Θεσσαλίας

- Απολήψεις υδάτων από υπόγεια υδατικά συστήματα
- 10 από τα 32 Υπόγεια Υδατικά συστήματα βρίσκονται σε κακή ποσοτική κατάσταση

Χρήση νερού για άρδευση: 95% των χρήσεων νερού  
Ελλάδα: μ.ο. 86%  
Ευρώπη: μ.ο. 60%

<https://www.ypethe.gr/archive/perissoteres-plirofories-shedia-diaheirisis-ydaton-thessalias-0>





## Χρήση της Θεσσαλικής γης (2001)

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΧΡΗΣΕΩΣ          | ΕΚΤΑΣΗ<br>(στρ.) | ΠΟΣΟΣΤΟ % |
|-----------------------------|------------------|-----------|
| Γεωργική γή                 | 5,360,700        | 36.6      |
| Βοσκότοποι                  | 5,622,900        | 38.4      |
| Δάση                        | 2,658,200        | 18.2      |
| Εκτάσεις καλυμμένες με νερό | 266,400          | 1.8       |
| Οικισμοί                    | 527,400          | 3.6       |
| Λοιπές άγονες εκτάσεις      | 209,500          | 1.4       |
| ΣΥΝΟΛΟ                      | 14,645,100       | 100       |

Κώστας Γκούμας

2015\_10\_hrisima\_stoiheia\_thessalias1.pdf



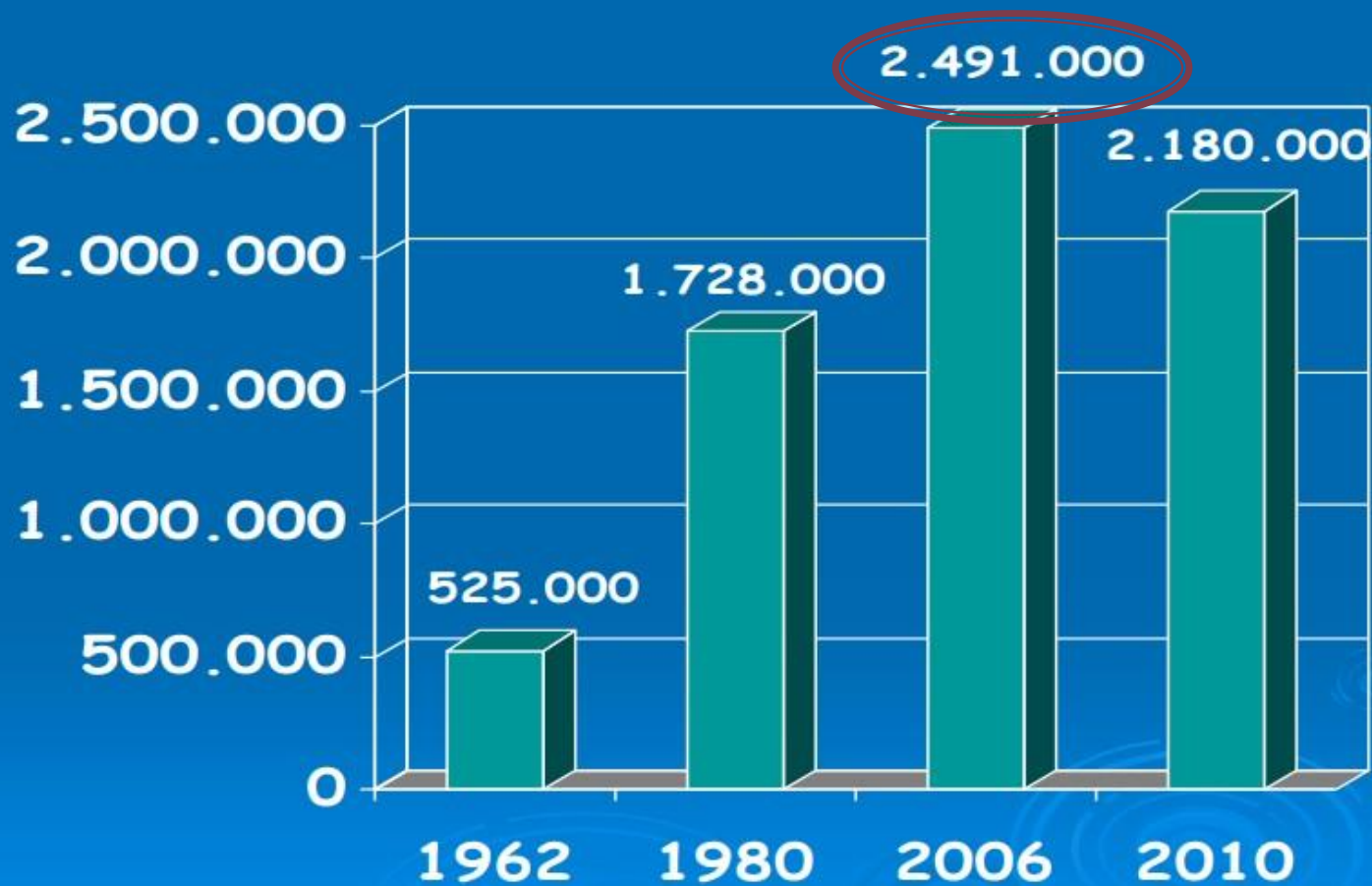
## ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ \*

| ΝΟΜΟΣ     | ΑΡΔΕΥΘΕΙΣΕΣ<br>ΕΚΤΑΣΕΙΣ<br>(ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ) | ΑΡΔΕΥΣΗ ΑΠΟ<br>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΝΕΡΑ<br>(ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ) | ΑΡΔΕΥΣΗ ΑΠΟ<br>ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ<br>(ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ) |
|-----------|----------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ | 768.000                                | 320.000                                        | 448.000                                    |
| ΛΑΡΙΣΑΣ   | 1.146.000                              | 205.000 (18%)                                  | 941.000 (82%)                              |
| ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ | 247.000                                | 126.000                                        | 121.000                                    |
| ΤΡΙΚΑΛΩΝ  | 330.000                                | 79.000                                         | 251.000                                    |
| ΣΥΝΟΛΟ    | 2.491.000                              | 730.000 (29,3%)                                | 1.761.000 (70,7%)                          |

\* Μ.Ο 10ετίας : 2000 - 2010



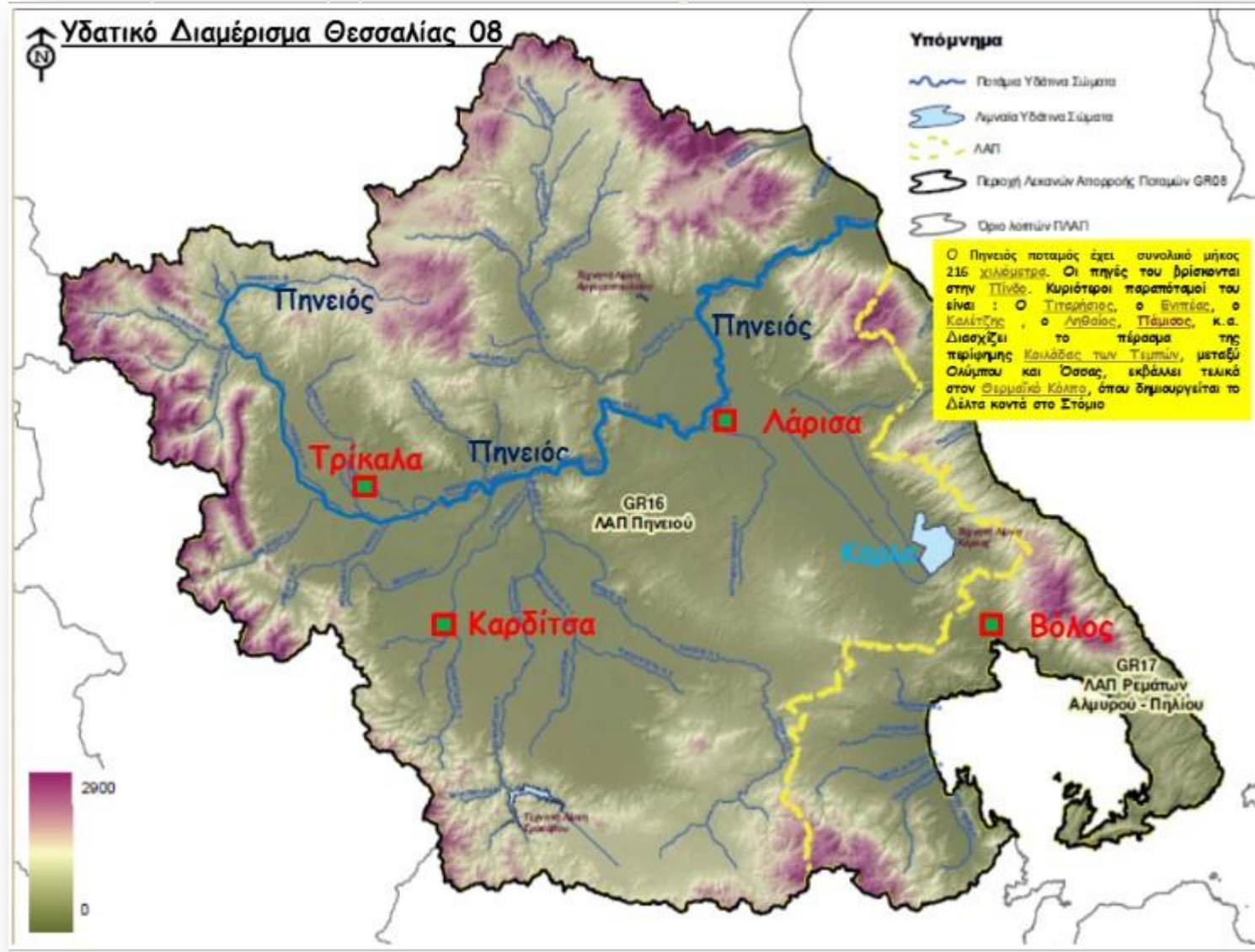
## ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



Κώστας Γκούμας

2015\_10\_hrisima\_stoiheia\_thessalias1.pdf





<https://www.ypethe.gr/archive/shedia-diaheirisis-ydaton-thessalias-yd-gr-08>

# Πηνειός

- ▶ Έχει μήκος περίπου 205 km και λεκάνη απορροής που καλύπτει έκταση 10.700 m<sup>2</sup>.
- ▶ Είναι ο **τρίτος** σε μήκος ποταμός της Ελλάδας, μετά τον Αλιάκμονα και τον Αχελώο, που πηγάζει από ελληνικό έδαφος.
- ▶ Σχηματίζεται στις δυτικές πλαγιές της νότιας **Πίνδου** στα όρια των Νομών **Ιωαννίνων** και **Τρικάλων**. Εισέρχεται στη λεκάνη της Θεσσαλίας, όπου δέχεται διαδοχικά τους παραπόταμους **Ληθαίο**, **Πάμισο** και **Ενιπέα**. Δέχεται μέρος των νερών του **Αχελώου**, μέσω της τεχνητής λίμνης που σχηματίστηκε με το φράγμα Ταυρωπού στην περιοχή της **Καρδίτσας**.

# Η μορφολογία του ποταμού Πηνειού



Ο Πηνειός κινείται ΝΔ και περνάει στην πεδιάδα της Λάρισας. Μετά δημιουργεί έντονους μακροδρισιμούς και περνάει μέσα από την κοιλάδα των Τερπών, μεταξύ Ολύμπου και Όσσας (Κίσσαβου) και στρέφεται ΒΑ και καταλήγει στο Αιγαίο Πέλαγος, σχηματίζοντας μικρό δέλτα, νότια του ακρωτηρίου του Πλαταμώννα.



# Η μορφολογία του ποταμού Πηνειού



- ▶ Έλαβε τη σημερινή μορφή, μετά την απομάκρυνση των υδάτων, της άλλοτε μεγάλης Θεσσαλικής λίμνης, από ρήγμα που δημιουργήθηκε στην κοιλάδα των Τεμπών.

# Υδραυλικά χαρακτηριστικά του Πηνειού

- ▶ Ρέει, κατά το μεγαλύτερο τμήμα του, δια μέσου χαμηλής πεδινής έκτασης με μικρή ταχύτητα ροής, η οποία δεν επιτρέπει τη διάβρωση και την εκβάθυνση της κοίτης του. Αντίθετα, η ήρεμη ροή του ευνοεί την πρόσχωση, και έτσι κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων προκαλούνται πλημμύρες, συχνά με καταστροφικά για τις καλλιέργειες αποτελέσματα.

# Διαχείριση των ποταμών

- »» Επιστήμες που ασχολούνται  
Λεκάνη απορροής  
Μέτρηση βροχόπτωσης  
Μέτρηση παροχών  
Πλημμύρα



## Τεχνική υδρολογία

- Είναι ο κλάδος της υδρολογίας που έχει στόχο την ποσοτική εκτίμηση και πρόγνωση των υδρολογικών μεγεθών.

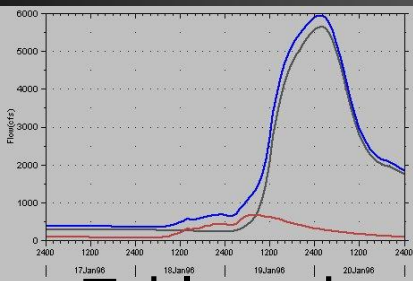
## Υδρομηχανική (υδροστατική και υδροδυναμική)

- Ασχολείται με τις ιδιότητες και τους νόμους που διέπουν τα υγρά γενικά και το νερό ειδικότερα, "εν ηρεμία" και "εν κινήσει"

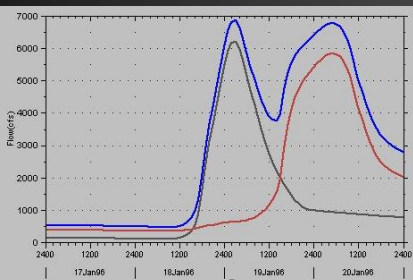
## Υδραυλική (εφαρμοσμένη Υδρομηχανική)

- Πραγματεύεται τους τρόπους "χαλιναγώγησης", αξιοποίησης και εκμετάλλευσης των υδάτων.

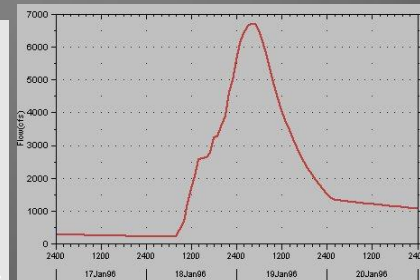
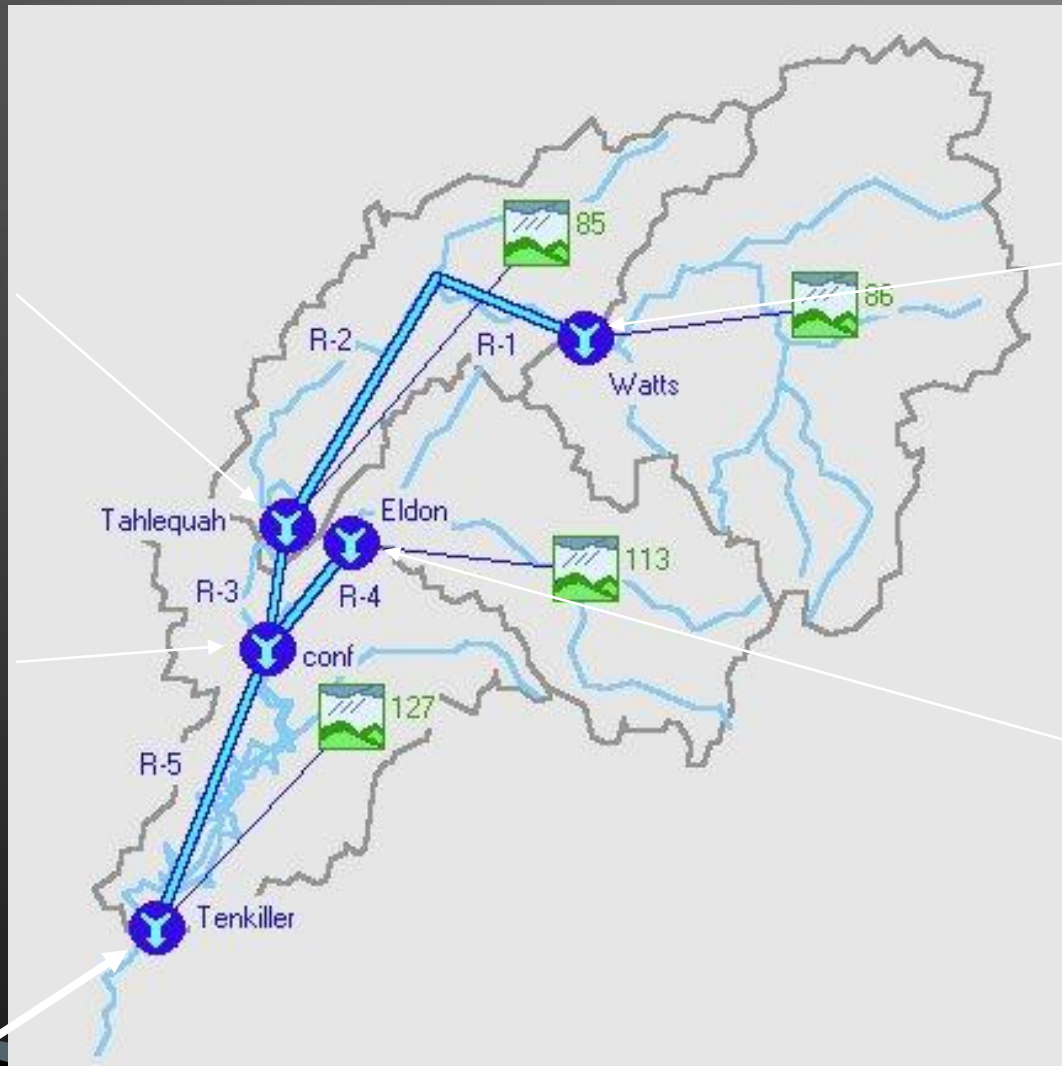
# Λεκάνη απορροής Παράδειγμα προσομοίωσης



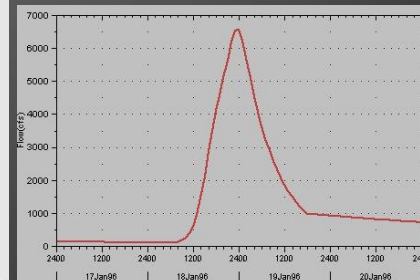
Tahlequah



Conf



Watts



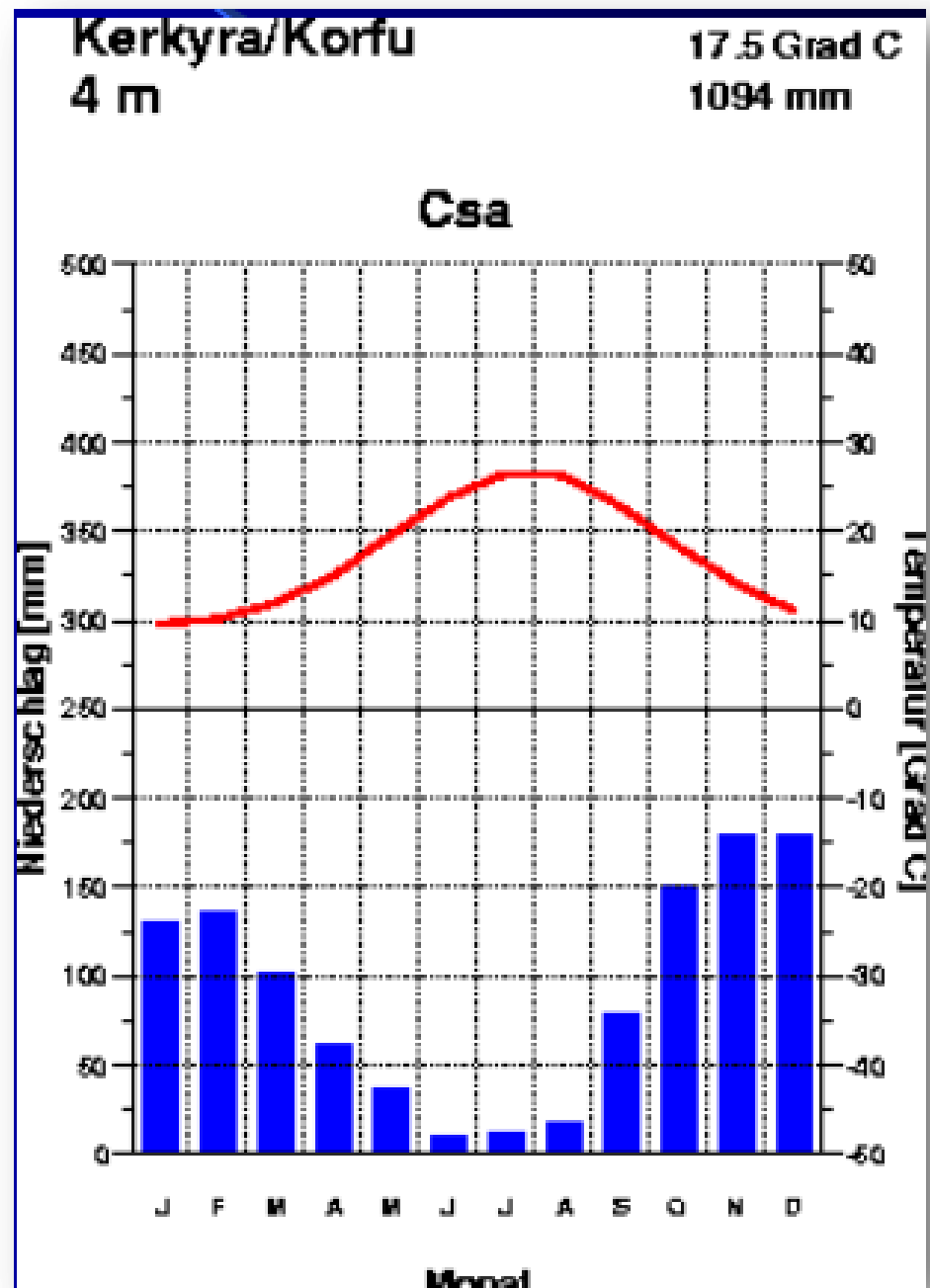
Eldon

Tenkiller (έξοδος λεκάνης απορροής)

# Μέτρηση βροχόπτωσης

- ▶ Το Μεσογειακό Βροχομετρικό Σύστημα χαρακτηρίζεται από καλοκαιρινό ελάχιστο και χειμερινό μέγιστο, το αντίθετο από τις θερμοκρασίες

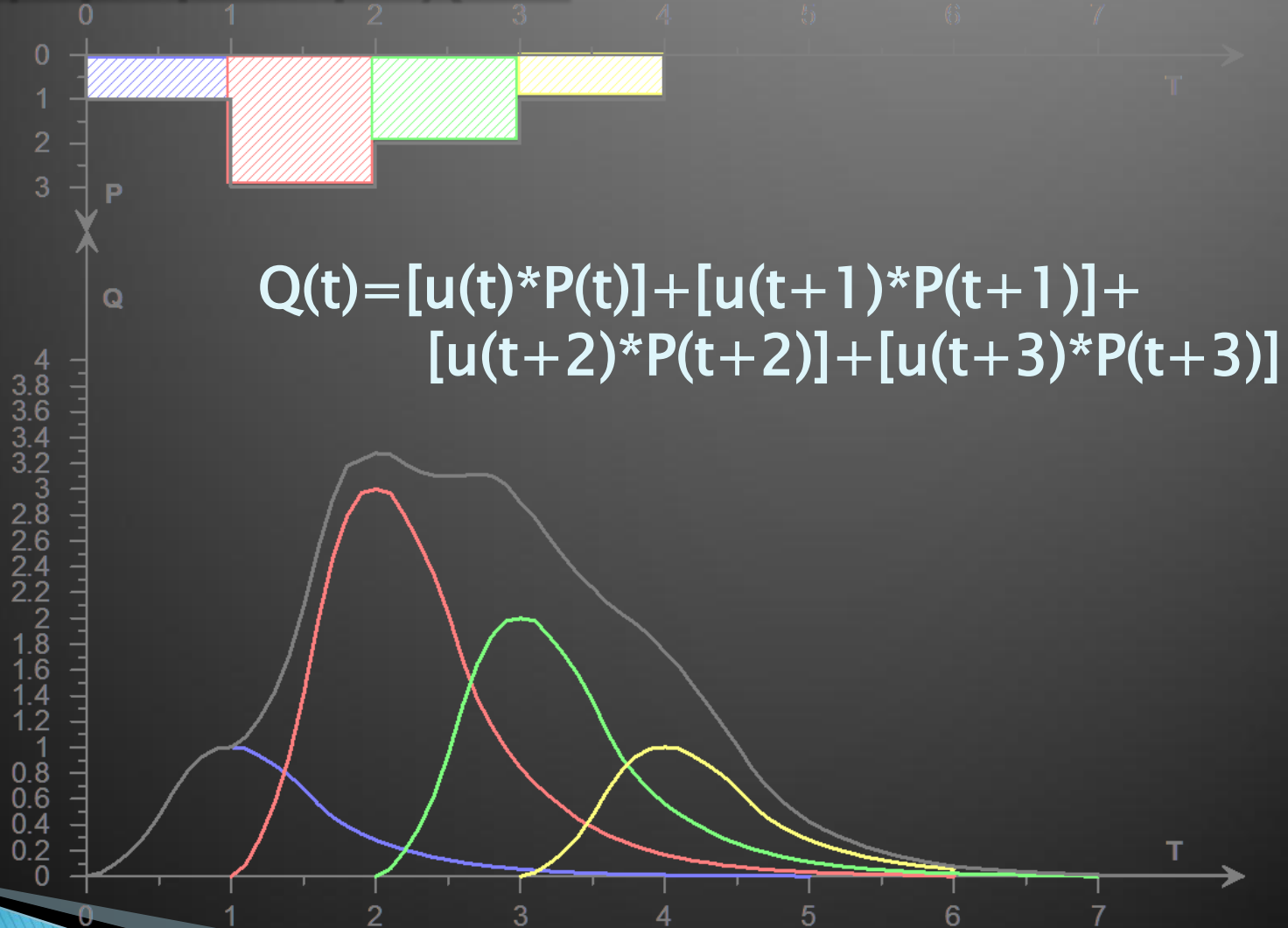
[www.geo.auth.gr](http://www.geo.auth.gr)



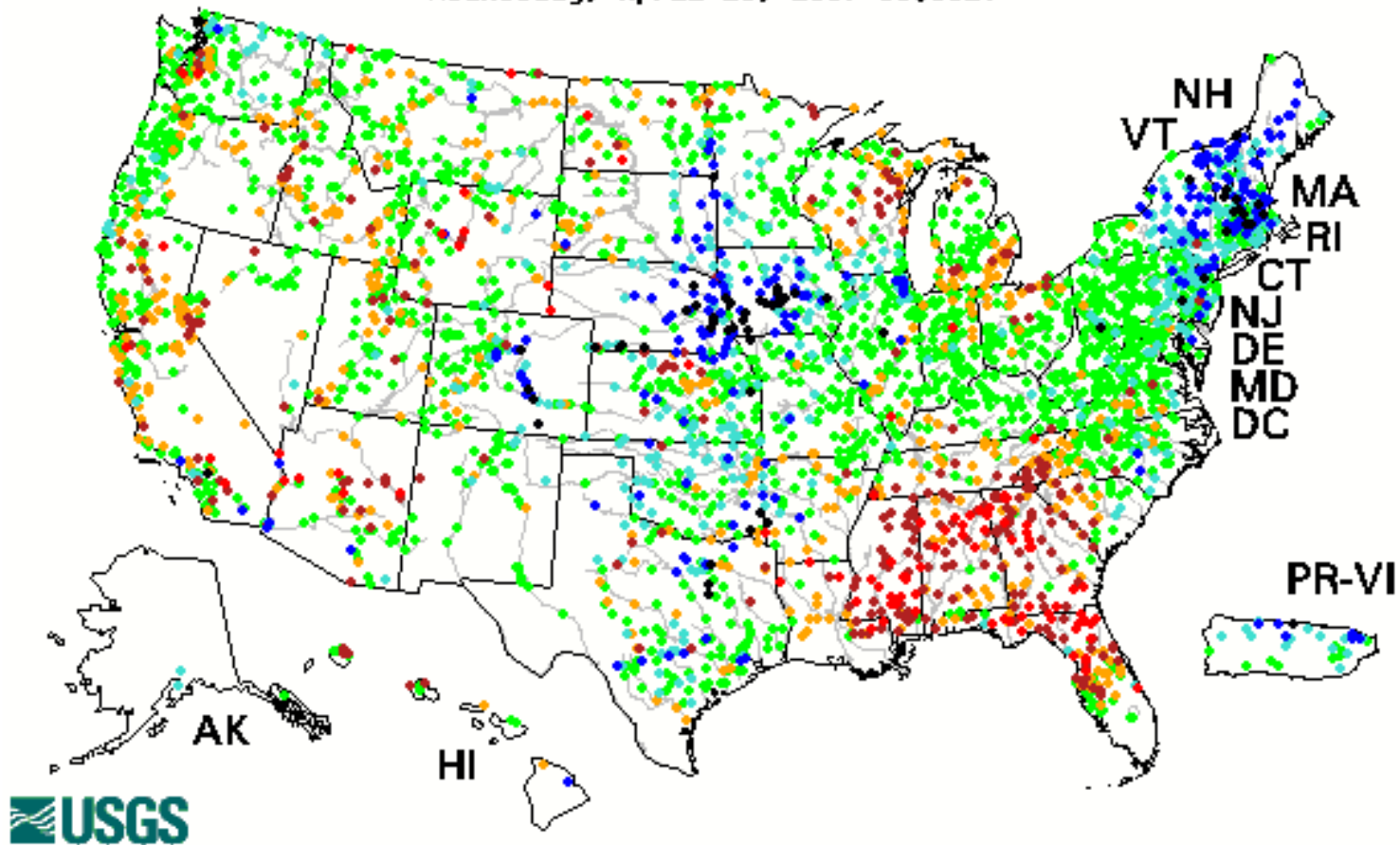


# Σύνθεση υδρογραφήματος

## Μέτρηση παροχών



Wednesday, April 25, 2007 06:06ET



### Explanation - Percentile classes

|     |                   |              |        |              |                   |      |
|-----|-------------------|--------------|--------|--------------|-------------------|------|
|     |                   |              |        |              |                   |      |
| Low | <10               | 10-24        | 25-75  | 76-90        | >90               | High |
|     | Much below normal | Below normal | Normal | Above normal | Much above normal |      |

# ΠΛΗΜΜΥΡΑ

- ▶ Είναι ακραία υδρολογική κατάσταση που εκδηλώνεται με την ανεξέλεγκτη κατάκλιση μιας περιοχής από το νερό.
- ▶ *Σχετικοί όροι: πλημμυρική απορροή, παροχή πλημμύρας, μέγιστες παροχές και ακραίες παροχές.*

- ▶ **Το φαινόμενο της πλημμύρας αντιμετωπίζεται**
  - Με τον σωστό σχεδιασμό αστικών περιοχών (όχι μπαζωμένα ρέματα, όχι αυθαίρετα)
  - Με τον σωστό σχεδιασμό δικτύων ομβρίων



# ΑΙΤΙΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

- ▶ Φυσικά
- ▶ Ανθρωπογενή
- ▶ Συνδυασμός και των δυο



- ▶ *Η πλημμύρα δεν δημιουργείται μόνο από την υπερβολική αύξηση της επιφανειακής απορροής αλλά κυρίως από την απώλεια ελέγχου της απορροής αυτής.*



**New Mexico, USA, September 18, 2002**

# Το Γεφύρι της Λάρισας



# Το γεφύρι της Λάρισας

Αντώνης Γαλερίδης, 23.11.2008

- ▶ Για αιώνες, το σύμβολο της Λάρισας για τους Έλληνες και τους Τούρκους κατοίκους της, αποτελούσε το **εννεάτοξο πετρογέφυρο** της πόλης.
- ▶ Σύμφωνα με τους δύο μελετητές της ιστορίας της πόλης, *Νικόλαο Γεωργιάδη* και *Επαμεινώνδα Φαρμακίδη*, το γεφύρι θεωρείται έργο **βυζαντινό**, χτισμένο πριν από τον **13ο αιώνα**, που ανακαινίστηκε επί τουρκοκρατίας από τον Χασάν Μπέη, εγγονό του πορθητή της Λάρισας Τουρχάν Μπέη (15ος αι.).
- ▶ Κατά τον *Νικόλαο Γεωργιάδη* το γεφύρι ήταν δωδεκάτοξο ενώ κατά τον *Επαμεινώνδα Φαρμακίδη* δεκάτοξο.

[http://culture.larissadimos.gr/article.php?article\\_id=148&topic\\_id=20&level=2&belongs=15&area\\_id=1&lang=gr](http://culture.larissadimos.gr/article.php?article_id=148&topic_id=20&level=2&belongs=15&area_id=1&lang=gr)



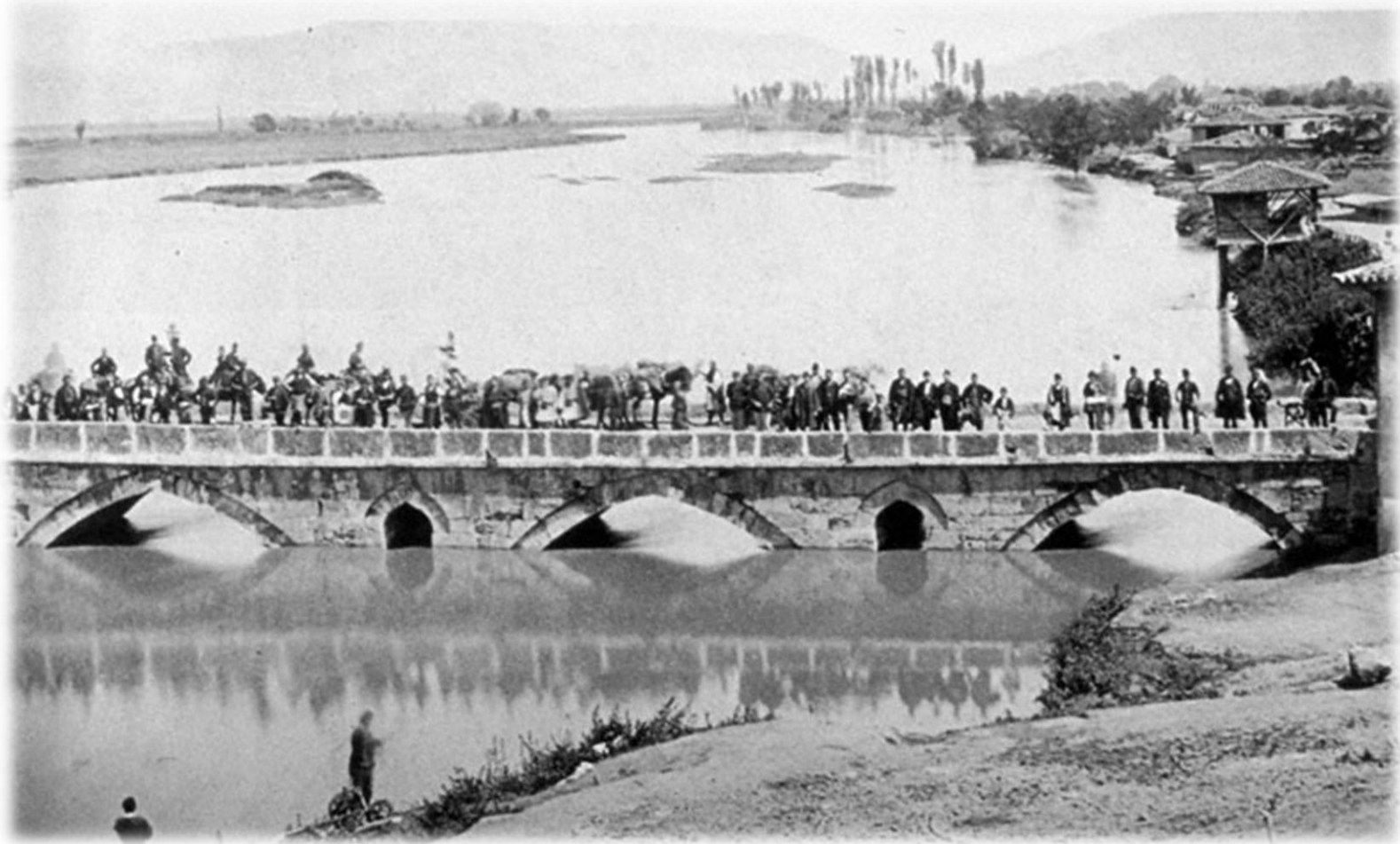


Η ΛΑΡΙΣΣΑ Ἐν ἔτει 1880  
Larissa en 1880

Ο Πηνειός και οι ποταμόβαρκες (1880). Στο κέντρο  
διακρίνεται το γεφύρι της Λάρισσας  
*φωτογραφία: Αρχείο Α. Γαλερίδη*

# Αρχιτεκτονική του γεφυριού

- ▶ Τα κύρια τόξα του γεφυριού είναι **ψαλιδωτά**. Τέτοια τόξα περσικής επιρροής χρησιμοποιούσαν και οι **βυζαντινοί τεχνίτες**.
- ▶ Τα τόξα των **ανακουφιστικών ανοιγμάτων** είναι πιο σύνθετα και παρατηρούνται σε **τουρκικές** και γενικώς **ισλαμικές** κατασκευές του 15ου αιώνα.



Κοσμοσυρροή στο κατάστρωμα του γεφυριού  
(1884)

*Φωτογραφία: Αρχείο Α. Γαλερίδη*



# Αρχιτεκτονική του γεφυριού

- ▶ Το συνολικό μήκος του γεφυριού ήταν 118,26 m και το πλάτος του ήταν 4,75 m. (Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του γεφυριού είναι λεπτομερώς γνωστά, από στοιχεία που αντλήθηκαν από την αποτύπωση της αγγλικής εταιρείας Boott, η οποία κατασκεύασε προπολεμικά τα αντιπλημμυρικά έργα της Θεσσαλίας.)
  - Ο Βρετανός αρχαιοδίφης και τοπογράφος **William Martin Leake**, στο έργο του «TRAVELS IN NORTHERN GREECE» αναφέρει ότι *το πλάτος του γεφυριού ήταν τόσο, ώστε να μπορούν να διασταυρωθούν πάνω του δύο άμαξες.*
  - Μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας στην Ελλάδα το 1881, το κατάστρωμα του γεφυριού διαπλατύνθηκε από 4,00 σε 4,57 μέτρα, από ελληνική μονάδα του μηχανικού.
- ▶ Τα ανοίγματα των τόξων κυμαίνονται από 7 –10,50 m.



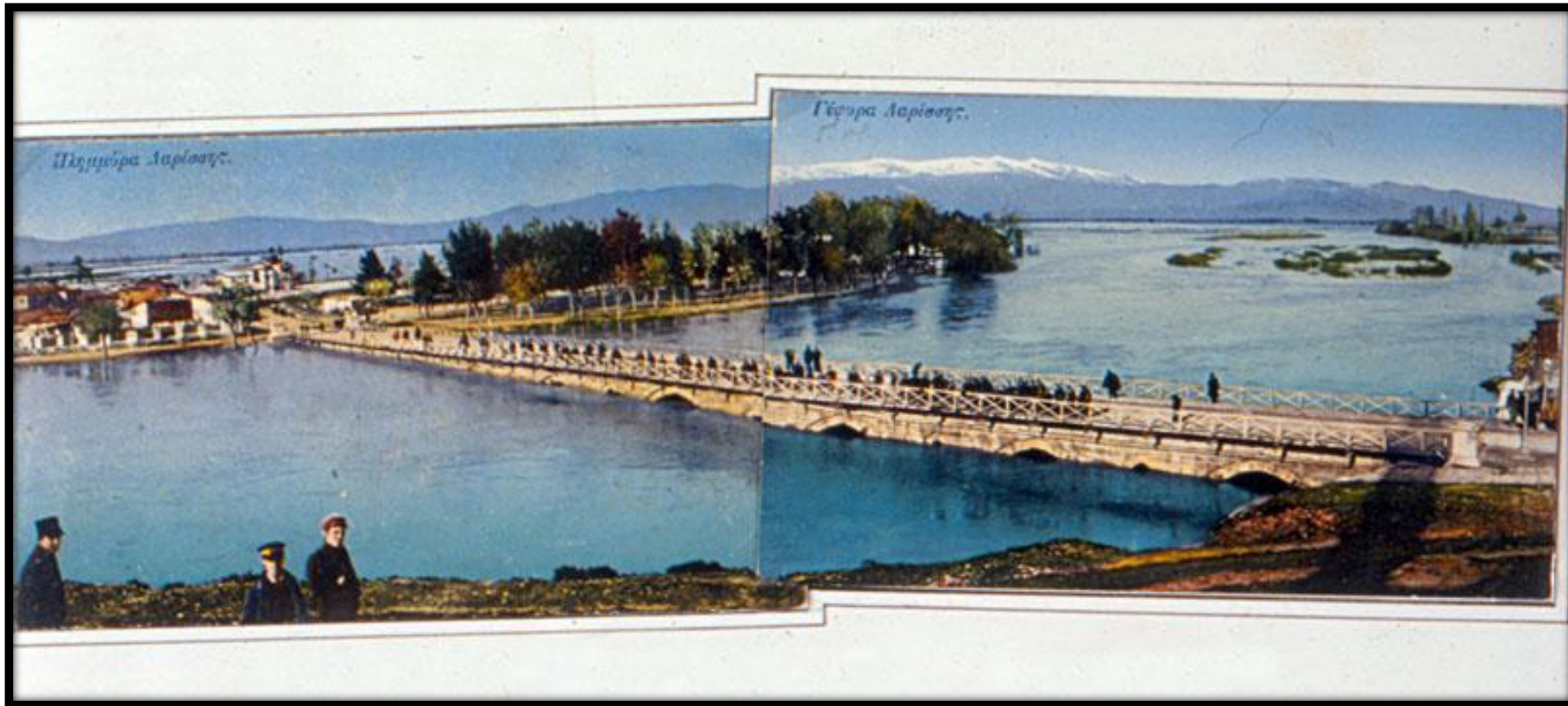


Η Τελετή των Φώτων στον Πηνειό  
Φωτογραφία: Αρχείο Α. Γαλερίδη

# Η εξέλιξη του γεφυριού

- ▶ Το πρώτο τμήμα της υπάρχουσας γέφυρας του Πηνειού ποταμού, κατασκευάστηκε το **1950** και γεφύρωνε την παλιά (ιστορική) κοίτη του ποταμού.
- ▶ Το δεύτερο τμήμα της σύγχρονης γέφυρας κατασκευάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του **1980**, παραπλεύρως της πρώτης, για την κάλυψη των κυκλοφοριακών αναγκών της πόλης.
- ▶ Τα βάθρα της πρώτης σύγχρονης γέφυρας, επίσης εννέα ανοιγμάτων, στηρίζονται στη θεμελίωση του παλιού πέτρινου γεφυριού.





Η πλημμύρα του 1909. Τα πέντε από τα εννιά ανοίγματα της γέφυρας καλύφθηκαν από τα πλημμυρικά νερά. Το Αλκαζάρ και ο Πέρα Μαχαλάς έγιναν νησί  
Φωτογραφία: Αρχείο Α. Γαλερίδη

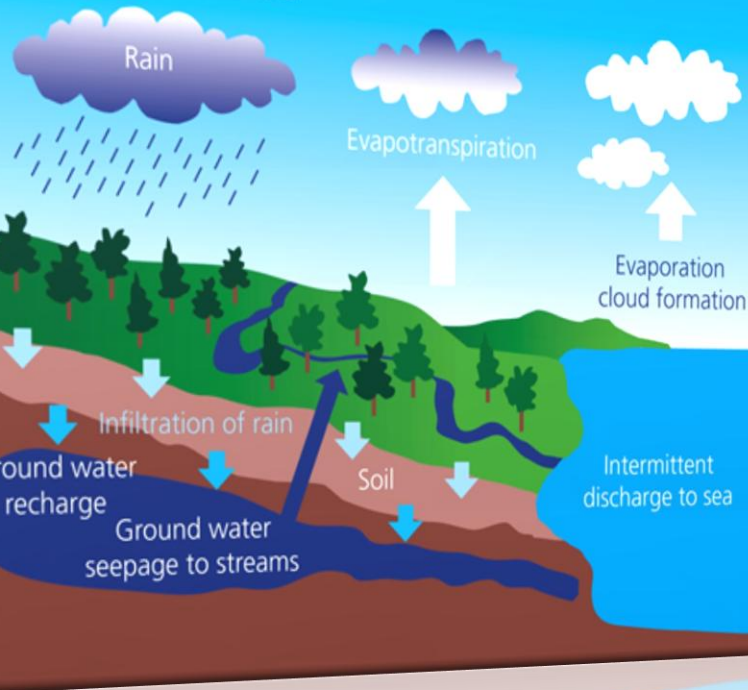
# Αντιμετώπιση της πλημμύρας

»» Επιφανειακή απορροή –  
Διήθηση



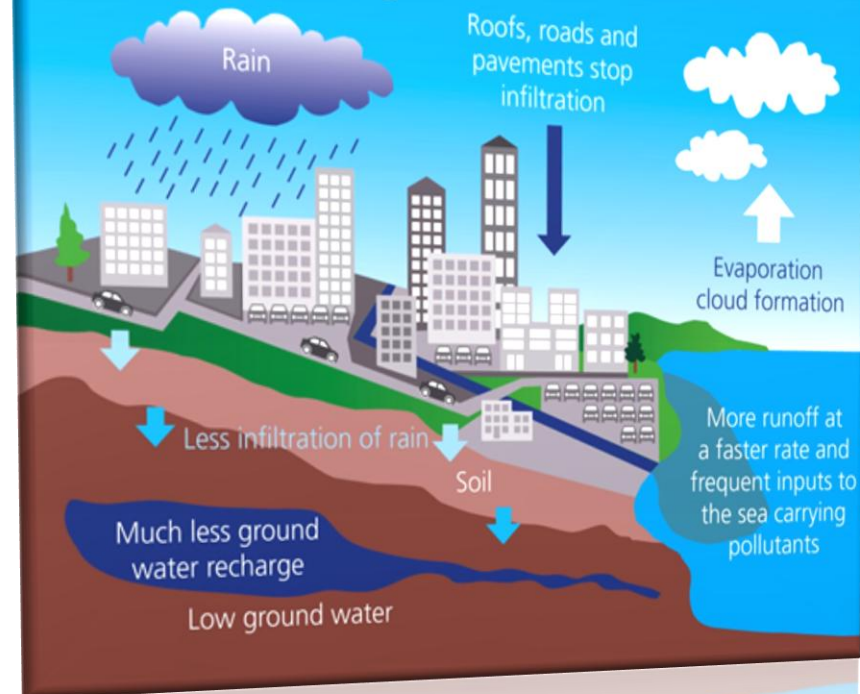
## Natural Water Cycle in Coastal South Australia

Southern Ocean Weather



## Urban Water Cycle in Coastal South Australia

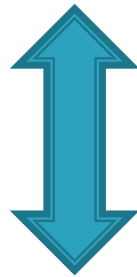
Southern Ocean Weather



Διαφορά απορροής  
Σε φυσικό και αστικό περιβάλλον

# Αμφίδρομα προβλήματα

- ▶ Οι πλημμύρες των ποταμών επηρεάζουν τις πόλεις, αλλά και το αντίστροφο...



- ▶ Τα πλημμυρισμένα δίκτυα των αστικών ομβρίων συμβάλλουν στις πλημμυρικές παροχές των ποταμών.

# Πλημμυρισμένα δίκτυα Πλημμυρισμένες πόλεις



<https://paidis.com/2017/11/18/>



<http://www.thessalikigi.gr/epikairotita/3319>



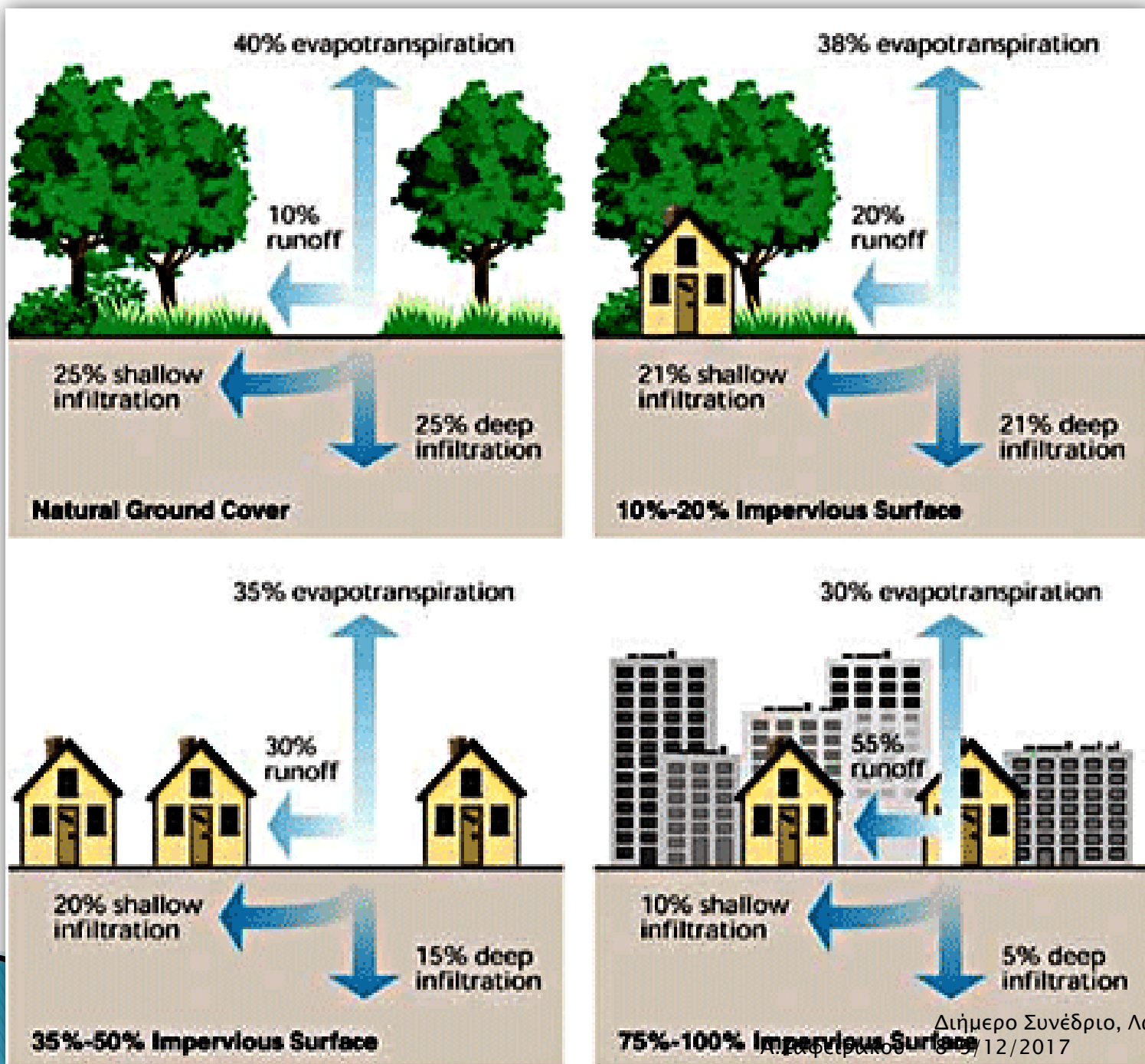
# Πλημμυρισμένα δίκτυα Πλημμυρισμένες πόλεις



<https://paidis.com/2017/11/18/>







# Τιμές του συντελεστή απορροής για διάφορες χρήσεις γης (Τσακίρης, 2010)

| Χρήση γης                         | Συντελεστής απορροής, c |
|-----------------------------------|-------------------------|
| <b>Κατοικημένες περιοχές</b>      |                         |
| Μονοκατοικίες                     | 0.30 – 0.50             |
| Μεμονωμένα συγκροτήματα κατοικιών | 0.40 – 0.60             |
| Περιαστική ζώνη                   | 0.25 – 0.40             |
| Πολυκατοικίες                     | 0.50 – 0.75             |
| <b>Εμπορικά κέντρα</b>            |                         |
| Στο κέντρο της πόλης              | 0.70 – 0.95             |
| Σε προάστια                       | 0.50 – 0.70             |
| <b>Βιομηχανικές περιοχές</b>      |                         |
| Ελαφράς βιομηχανίας               | 0.50 – 0.80             |
| Βαριάς βιομηχανίας                | 0.60 – 0.90             |
| <b>Άλλες χρήσεις γης</b>          |                         |
| Πάρκα, κοιμητήρια                 | 0.10 – 0.25             |
| Ανοιχτοί χώροι άθλησης            | 0.20 – 0.35             |

# Τιμές του συντελεστή απορροής

(Χατζηαγγέλου, 2002)

| Μορφή δόμησης        |                                 | Όροι δόμησης                          | Πυκνότητα κατοίκησης            | $\psi_m$                                                                           |                                                                                          |                                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Γενικά               | Ειδικά                          |                                       | κατ/εκτ                         |                                                                                    |                                                                                          |                                                                                                             |
| Πολύ πυκνή           | Περιοχές κατοικίας και εμπορίου | 4 όροφοι και άνω, σύστημα συνεχές     | > 700<br>600-700<br>500-600     | 1,0<br>0,95<br>0,90                                                                |                                                                                          |                                                                                                             |
|                      |                                 | Πυκνή                                 | Περιοχές κατοικίας και εμπορίου | 3 όροφοι και άνω, σύστημα συνεχές<br>3 όροφοι και άνω, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο | 400-500<br>350-400                                                                       | 0,85<br>0,80                                                                                                |
|                      |                                 |                                       |                                 | Μέτρια                                                                             | Περιοχές κατοικίας και εμπορίου<br>Περιοχές κατοικίας<br>Περιοχές κατοικίας και εμπορίου | 2 όροφοι, σύστημα συνεχές<br>3 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο<br>2 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο |
| Αραιά                | Περιοχές κατοικίας              | 2 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο | 100-150<br>50-100               |                                                                                    |                                                                                          | 0,35<br>0,30                                                                                                |
|                      |                                 | Πολύ αραιά                            | Μικροί οικισμοί                 |                                                                                    |                                                                                          | Εξοχικά σπίτια                                                                                              |
| Ακατοίκητες περιοχές |                                 |                                       |                                 | 0-0,15                                                                             |                                                                                          |                                                                                                             |

(Αγγλική και Αμερικάνικη Βιβλιογραφία)



## Τιμές του συντελεστή απορροής για διάφορους τύπους επιφάνειας (Τσακίρης, 2010)

| Τύπος επιφάνειας                                                                                              | Συντελεστής απορροής, c                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Πεζοδρόμια</b><br>Άσφαλτος και σκυρόδεμα<br>Πλίνθοι                                                        | 0.70 – 0.95<br>0.70 – 0.85                |
| <b>Στέγες</b>                                                                                                 | 0.75 – 0.95                               |
| <b>Επιφάνεια με γρασίδι, έδαφος ελαφράς σύστασης και κλίση:</b><br>Μικρή (<2%)<br>Μέση (2–7%)<br>Μεγάλη (>7%) | 0.05 – 0.10<br>0.10 – 0.15<br>0.15 – 0.20 |
| <b>Επιφάνεια με γρασίδι, έδαφος βαριάς σύστασης και κλίση:</b><br>Μικρή (<2%)<br>Μέση (2–7%)<br>Μεγάλη (>7%)  | 0.13 – 0.17<br>0.18 – 0.22<br>0.25 – 0.35 |

# Τιμές του συντελεστή απορροής διαφόρων επιφανειών απορροής

(Χατζηαγγέλου, 2002)

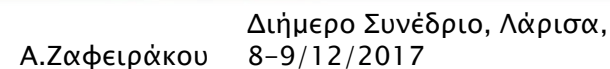
| Τύπος επιφάνειας απορροής                                | $\Psi$      |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| 1. Στέγες με επικάλυψη από μέταλλο ή σχιστόλιθους        | 0,95        |
| 2. Στέγες με επικάλυψη από κεραμίδια ή ασφαλτόχαρτο      | 0,90        |
| 3. Στέγες με επικάλυψη από πλάκες αμιαντοτσιμέντου       | 0,50 – 0,70 |
| 4. Ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι και πλακοστρωμένα πεζοδρόμια  | 0,85 – 0,90 |
| 5. Οδόστρωμα από κυβόλιθους                              | 0,75 – 0,85 |
| 6. Οδόστρωμα από κυβόλιθους (ανοικτοί αρμοί)             | 0,25 – 0,60 |
| 7. Οδόστρωμα από σκύρα                                   | 0,25 – 0,60 |
| 8. Οδόστρωμα από χάλικες                                 | 0,15 – 0,30 |
| 9. Μη στερεοποιημένες επιφάνειες, σιδηροδρομικοί σταθμοί | 0,10 – 0,20 |
| 10. Κήποι, πρασιές                                       | 0,05 – 0,10 |



Διήμερο Συνέδριο, Λάρισα,

# Δίκτυα αποχέτευσης

» Δίκτυο λυμάτων και ομβρίων  
Χωριστικό ή Παντοροϊκό





# Διαχείριση ομβρίων υδάτων

Απορροή



Συλλογή



Διάθεση



επεξεργασία

επαναχρησιμοποίηση



Αμερικανικού τύπου φρέατια  
συλλογής ομβρίων υδάτων



Αρχαίο Ρωμαϊκό φρέατιο

# Απορροή και συλλογή ομβρίων υδάτων





# Μινωικός πολιτισμός: Αποχέτευση ομβρίων στο ανάκτορο της Κνωσού

---



# Μινωικός Πολιτισμός: Αποχέτευση Ομβρίων στην Αγ. Τριάδα



- ▶ Ο ιταλός συγγραφέας **Angelo Mosso**, που επισκέφτηκε την περιοχή στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, κατά τη διάρκεια μιας έντονης βροχόπτωσης, παρατήρησε ότι οι αγωγοί λειτουργούσαν τέλεια και κατέγραψε το περιστατικό αναφέροντας:
- ▶ «*Αμφιβάλλω αν υπάρχει άλλη περίπτωση αποχετευτικού συστήματος ομβρίων που να λειτουργεί 4000 χρόνια μετά την κατασκευή του*»



# ΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ



Η Ερμούπολη διέθετε ένα από τα παλαιότερα αποχετευτικά δίκτυα στον Ελλαδικό χώρο. Άρχισε να κατασκευάζεται το 1848 (ενώ το πρώτο δίκτυο των Αθηνών στην οδό Σταδίου, χρονολογείται από το 1849).

<http://www.deyae.gr/permalink/3009.html>

# Δίκτυα υπονόμων



Βέλγιο, Βρυξέλλες



Παρίσι, Γαλλία



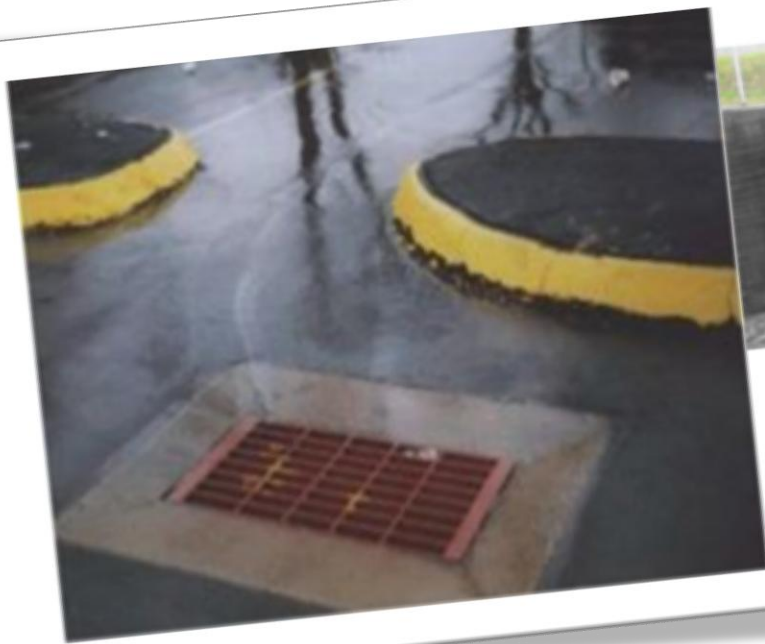
Αθήνα, Ελλάδα



# Φρεάτιο εκβολής ομβρίων υδάτων







<http://www.southportland.org/departments/water-resource-protection/stormwater-management/>

# Αειφόρος διαχείριση ομβρίων υδάτων

»» Προτάσεις

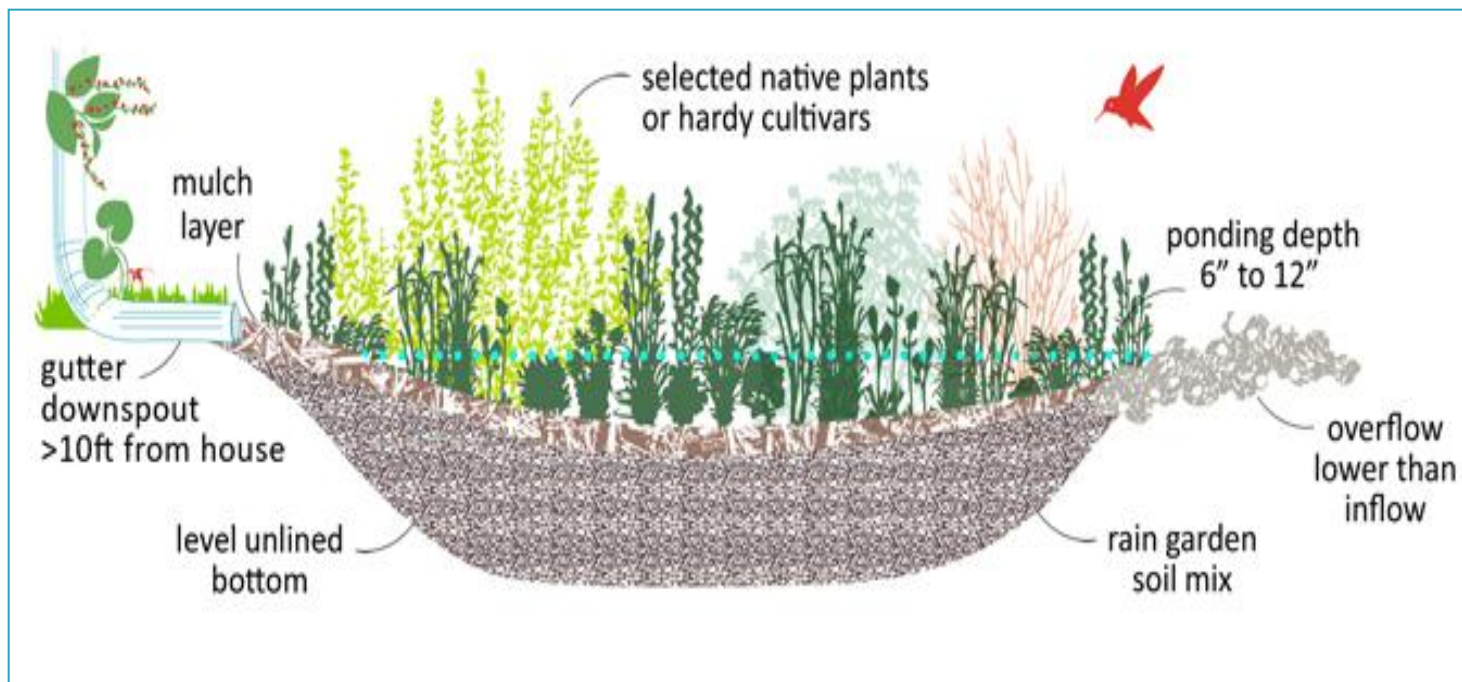
# Αειφόρος διαχείριση όμβριων υδάτων

- ▶ Όλοι οι χώροι μέσα στους οποίους υπάρχει **βλάστηση**, από τον μεγαλύτερο έως τον μικρότερο, όπως παρτέρια, νησίδες κλπ συντελούν με **θετικό πρόσημο** στη διαχείριση του βρόχινου νερού:
  - 👍 Υποβοηθούν στην κατείσδυση στους υπόγειους υδροφορείς
  - 👍 Απαλλάσσουν την επιφάνεια από το μεγάλο όγκο νερού



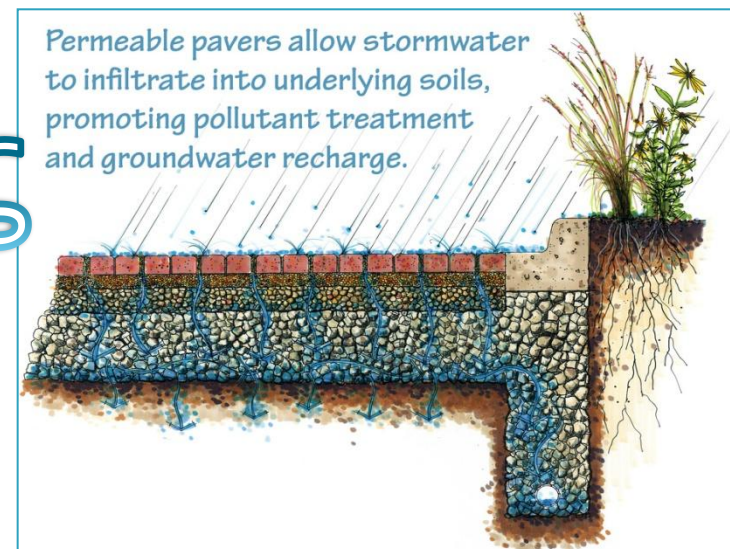
# Μέθοδοι αιεφόρου διαχείρισης ομβρίων υδάτων

- ▶ Οι επικρατέστερες μέθοδοι βιώσιμης διαχείρισης των ομβρίων υδάτων είναι:
  - Οι κήποι βροχής (rain gardens)
  - Τα υδροπερατά πεζοδρόμια και οδοστρώματα (permeable pavements and pavers)
  - Τα βαρέλια βροχής (rain barrels)
  - Τα φυτεμένα δώματα (green roofs)
  - Οι δενδροδόχοι βιοκατακράτησης (tree box filters)



Source : <http://www.12000raingardens.org/>

# Κήποι βροχής



# Κήποι βροχής (rain gardens)



Private residence, Waterford, CT  
Source : [nemo.uconn.edu/raingardens/](http://nemo.uconn.edu/raingardens/)



Parkside neighborhood of Camden, NJ. (Photo courtesy of Caitrin Higgins, Rutgers University)  
Source : [nemo.uconn.edu/raingardens/](http://nemo.uconn.edu/raingardens/)



# Κήποι βροχής (rain gardens)



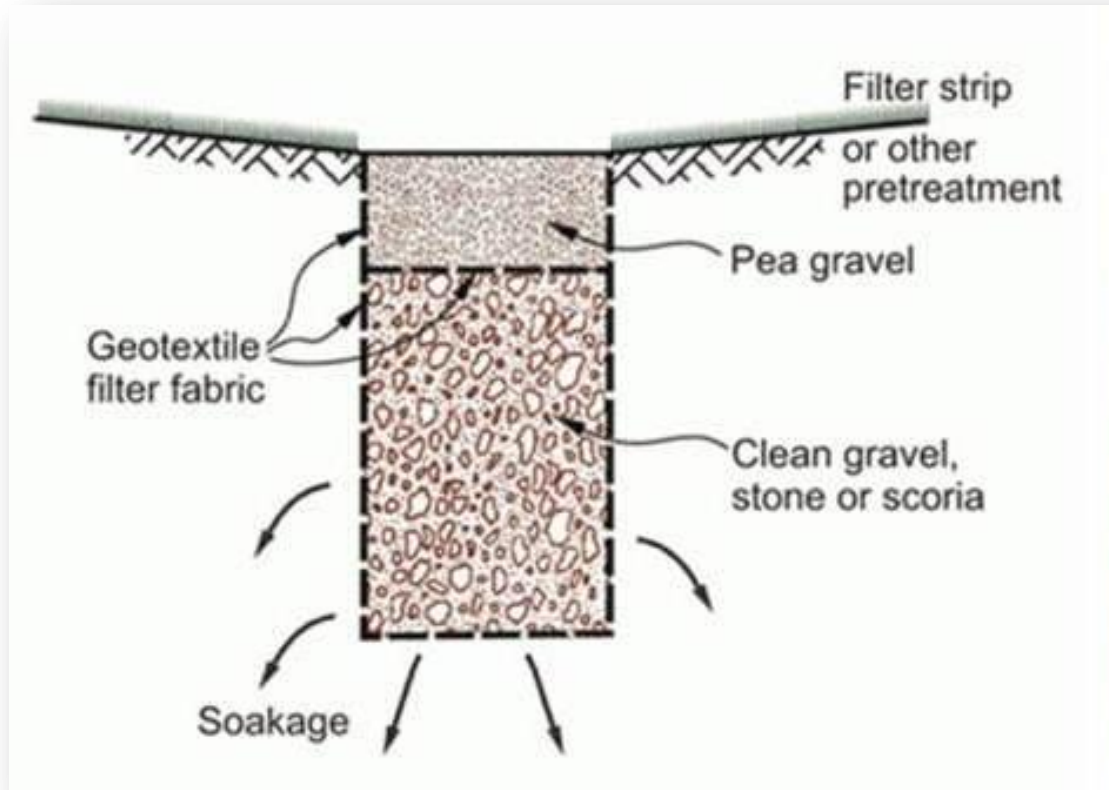
Source : Boston Complete Streets, Design Guidelines 2013



Rain Garden, in City of Victoria, Canada. It treats road surface runoff, before it enters Bowker Creek.

Source: <http://www.sitelines.org/webatlas/victoria/trent-raingarden.htm>

# Υδροπερατά οδοστρώματα



RIVERSIDE and SSM 2007 Schematic  
Design Infiltration Treches



# Υδροπερατά πεζοδρόμια και οδοστρώματα (permeable pavements and pavers)



Source: <https://www.watershedcouncil.org/permeable-pavers.html>



Grid system filled with grass

Source: <http://www.plantmoreplants.com/press-photo/category/Backyards%20&%20Bayscaping>



Porous asphalt

Source: <http://www.houstontomorrow.org/livability/story/south-philly-gets-porous-street/>







**Εικόνα 4.17: Υδροπερατό πεζοδρόμιο στον πρόσφατα διαμορφωμένο πεζόδρομο στο κέντρο της Καλαμαριάς επί της οδού Μεταμορφώσεως.**

# Βαρέλια βροχής



Source:

<http://www.lakesuperiorstreams.org/stormwater/toolkit/rainbarrels.html>

Source: <http://www.instructables.com/id/Rain-Barrels-1/>



Source: <http://green-gardener.org/monterey-bay-friendly-landscaping-rainwater/cisterns-and-rain-barrels/>



# Βαρέλια βροχής (rain barrels)



A cistern at the Chicago Department of Environment  
Source: [werf.org](http://werf.org)



Cistern at the Chicago Center for Green Technology (Source: Abby Hall, U.S. EPA)  
Source: <https://www.werf.org/liveablecommunities/toolbox/rainbarrel.htm>





## Underground water tank

Source: <http://www.polywest.ca/zcl-composites/>

# Stormwater handling

## (Intended) Surface storage: Water squares

### Remarks:

- Wash-off pollution from urban surfaces;  
Surface condition after emptying storage ?
- Health aspects ?



*Photo: Rotterdam City*



# Stormwater handling

## Underground storage

- Store rainwater
- Delay flow to sewer system and surface water



*Photo: Rotterdam City*



# Stormwater handling

## Green roofs

# Πράσινα δώματα



*Photo: TU Delft*

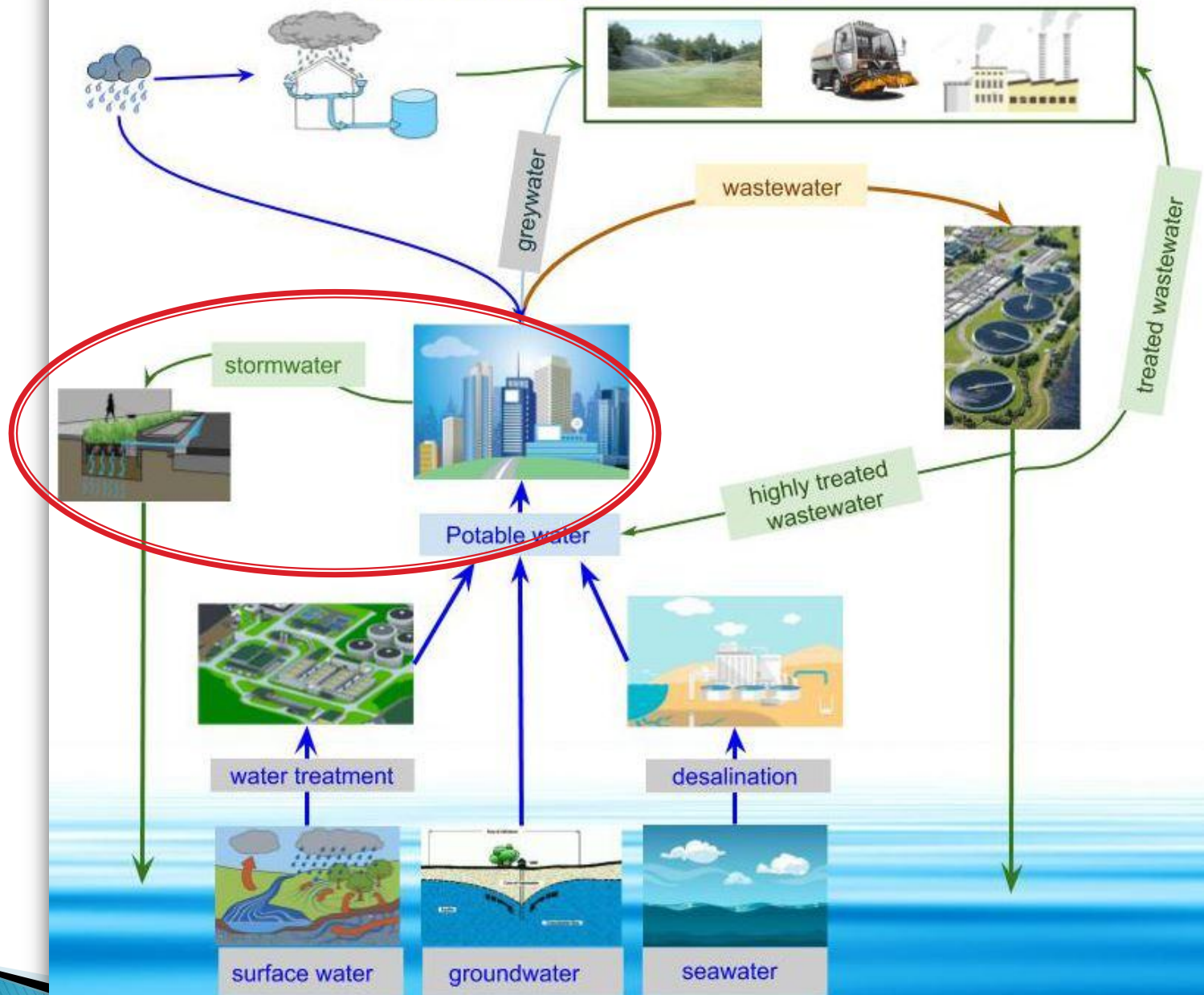


*Photo: Rotterdam City*

# Ανακύκλωση του νερού



# Sustainable Urban Water Management

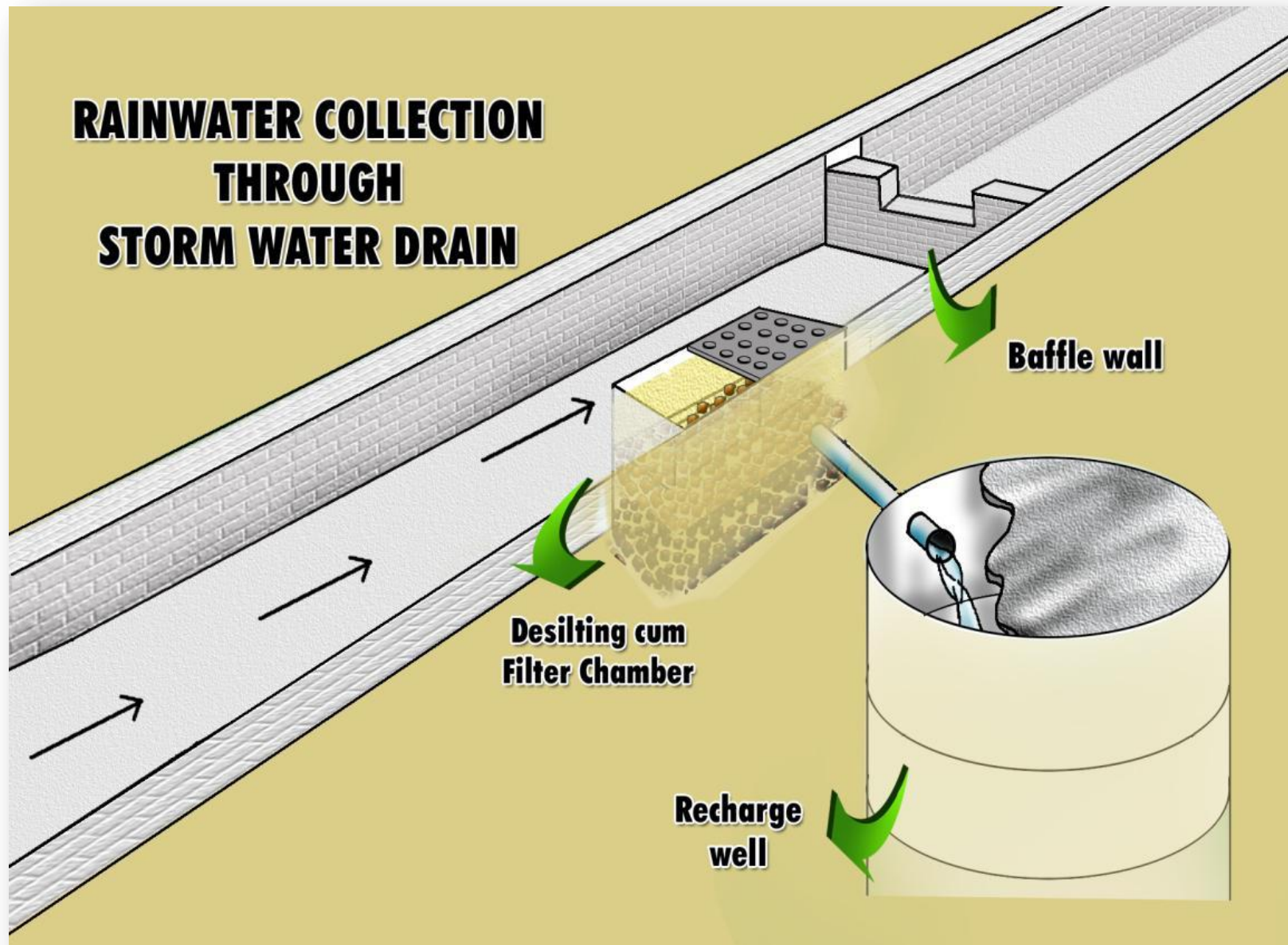




# Επεξεργασία των ομβρίων

- ▶ **Επιβάλλεται**
  - Για την επαναχρησιμοποίηση των ομβρίων υδάτων
  - Για την βελτιωμένη ποιότητα του νερού του αποδέκτη
- ▶ **Επιτυγχάνεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού/λυμάτων**
  - 👎 Κοστίζει και είναι ενεργοβόρα
  - 👍 Εξυπηρετεί άλλες χρήσεις

## RAINWATER COLLECTION THROUGH STORM WATER DRAIN



<https://www.indiawaterportal.org/articles/can-storm-water-drains-help-recharging-groundwater-case-chennai-tamil-nadu>

# *Συμβολή του Συνεδρίου*



- Ενημέρωση των πολιτών
- Ευαισθητοποίηση των πολιτών



- Κινητοποίηση των αρχών
- Λήψη αποφάσεων



- Αειφόρος ανάπτυξη
- Βελτιστοποίηση συνθηκών ζωής



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# «Πηνειός – Πηγή ζωής»

Η συμβολή του Πηνειού  
στη ζωή της πόλης

4<sup>ο</sup> Λύκειο  
Λάρισας  
Τάξη Α΄  
Ιαν 2012

<http://slideplayer.gr/slide/11664410/>



Η Πρωτεύουσα τῆς Θεσσαλίας Λάρισα καὶ ὁ Πηνειὸς ποταμὸς ὤψιν τοῦ Γ. Χ. Μιχαήλ 1930.

Σας ευχαριστώ

